

## 【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 27-160

補助事業名 介護式福祉車両の車いす搭乗者の乗り心地改善のための人間中心設計補助事業

補助事業者名 慶應義塾大学理工学部 准教授 高橋正樹

### 1 研究の概要

#### 2 研究の目的と背景

車いすに搭乗したまま乗車可能な介護式福祉車両の販売台数は2001年度の12279台から2013年度には26150台と倍増している。また、人口に占める65歳以上の高齢者人口の割合は2060年には40%になると予測されており、益々車いす移動車の普及が促進されることが予想される。路面から加わる上下方向の振動に対して車いす移動車内で車いすに座った乗員が感じる乗り心地の改善が求められている。また、衝突軽減ブレーキが導入された際に車いす搭乗者の腰骨や胸骨の骨折のリスク軽減が求められている。

路面の凹凸が自動車や車いすを通して車いす搭乗者に伝わる上下方向の振動の中で1～2Hzの振動が特に乗り心地に悪影響を与えることが報告されているため、その周波数帯域の振動を励起させないような免震装置をコスト面を考慮して開発する。さらに、急停止時の問題に関しては、車いす移動車のブレーキの減速度を車いす搭乗者の上半身の前後方向の振動特性を考慮して設計することにより、同じ制動距離で乗員への影響が少ないブレーキ技術を開発し、腰骨や胸骨の骨折のリスクを低減する。

#### 3 研究内容

##### (1) 介護式福祉車両の乗降用リフト用免震装置の開発(URL)

乗降用リフト用免震装置に関して、数値シミュレーションにより車いす搭乗者の上下方向の加速度のRMS値が30%以上低減可能であることを確認した。しかし、試作した免震装置を用いた実車試験では設計時に想定した走行速度より遅く、かつ、搭乗者の体重が軽い場合には、搭乗者の上下方向の加速度のRMS値が悪化してしまうことを確認した。

##### (2) 衝突被害軽減ブレーキの開発

衝突軽減ブレーキ技術について、提案手法により、乗員の最大腰部角加速度は従来手法に対して約46%低減できることを確認した。また、胸部合成加速度・変位を指標とし、衝突安全性能試験の評価に用いられる点数換算関数を参考にして、4点を実現した。

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるかー展望

車いす移動車の移動中の車いす搭乗者の乗り心地を改善するため、実用化に資する技術とするためコスト面も考慮に入れ、リフトの台座の免震装置を開発した(図1)。また、衝突軽減ブレーキなどの予防安全技術が搭載された際に、車いす搭乗者の身体特性を考慮したブレーキ技術を開発することで、急ブレーキ時のシートベルトによる腰骨や胸骨の骨折のリス

クを軽減することを目指した。これらの技術により、今後、利用者や利用用途の多様化が予想される車いす移動車の安心、安全の向上につながり、普及の促進が期待される。



図 1 (a) 免震装置

(b) 免震装置 (車載時)

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

高齢化が進む我が国において車いすや車いす搭載車両の利用者が増大することが予想される。本研究は、申請者の専門である機械力学・計測制御の知見に基づいて実用性を重視し、パッシブな免震装置の設計により乗り心地の改善、および、制御技術を用いて人間の挙動を設計時に考慮したブレーキ技術を開発し、急制動時の乗員の腰骨や胸骨の骨折リスクの軽減を目指した。両研究テーマとも社会実装を目指した研究であり、今後も継続して検証を実施し、研究成果を強くアピールしていきたいと考えている。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### (1) 原著論文 (国内 (和文) 1 編)

- ① 太刀川健, 高橋正樹, 衝突被害軽減のための乗員挙動を考慮した自動車の時変ゲイン型減速度制御, 日本機械学会論文集, (2016年3月掲載決定), <http://doi.org/10.1299/transjsme.15-00662>

### (2) 国際会議発表 (査読有り) 1 件

- ① Yasuyoshi Hatano, Masaki Takahashi, Design and Experimental Verification of Vibration Suppression Device on the Lift of Wheelchair-accessible Vehicles, 13th International Conference on Motion and Vibration Control, (2016-0703-0706), Southampton, UK. (発表決定)

### (3) 国内会議発表 2 件

- ① 波田野 恭祥, 高橋正樹, 車いす搭載車両の制振乗降用リフトの設計, 第58回自動制御連合講演会, 神戸, (2015-1114-1115, 2015-1115 Presentation).
- ② 太刀川 健, 高橋正樹, 衝突被害軽減のための乗員挙動を考慮した自動車の時変ゲイン型減速度制御, 第58回自動制御連合講演会, 神戸, (2015-1114-1115, 2015-1115 Presentation).

## 7 補助事業に係る成果物

### (1) 補助事業により作成したもの

研究室のホームページ

(URL: <http://www.yt.sd.keio.ac.jp/research/Wheelchair-accessible%20Vehicles.html>)

(2)(1) 以外で当事業において作成したもの

日本機械学会論文集

(URL:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/advpub/0/advpub\\_15-00662/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/transjsme/advpub/0/advpub_15-00662/_article/-char/ja/))

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 慶應義塾大学 理工学部 高橋正樹研究室  
(ケイオウギジユクダイガク リコウガクブ  
タカハシマサキケンキュウシツ)

住 所： 〒223-8522  
神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1

申 請 者： 准教授 高橋正樹 (タカハシ マサキ)

担 当 部 署： 理工学部 システムデザイン工学科  
(リコウガクブ システムデザインコウガクカ)

E-mail： takahashi@sd.keio.ac.jp

URL： <http://www.keio.ac.jp/index-jp.html>